

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Томский государственный университет
Сибирское отделение Российской академии наук

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Сборник материалов
XIV Российской научной студенческой конференции**

*13–15 мая 2014 г.
Томск, Россия*

ОРГАНИЗАТОРЫ:

- Томский государственный университет
- Сибирский физико-технический институт им. В.Д. Кузнецова при ТГУ
- НОЦ «Физика и химия высокоэнергетических систем»
- Томского государственного университета
- Институт физики прочности и материаловедения СО РАН
- Институт сильноточной электроники СО РАН
- Институт физики полупроводников СО РАН

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2014

Исследование распределения электрического поля в светодиодах из AlGaInP методом зонда Кельвина

*В.Л. Олейник¹, И.А. Прудаев¹, Вад.А. Новиков¹,
Ю.Л. Рябоштан², П.В. Горлачук²*

¹ Томский государственный университет, Томск

² ОАО «Научно-исследовательский институт «Полус»
им. М.Ф. Стельмаха», Москва
dozorx777@gmail.com

Study of electric field distribution in AlGaInP light-emitting diode by Kelvin probe force microscopy

*V.L. Oleynik¹, I.A. Prudaev¹, Vad.A. Novikov¹,
Yu.L. Ryaboshan², P.V. Gorlachuk²*

¹ Tomsk State University, Tomsk

² JSC “M. F. Stelmakh Research Institute “Polyus”, Moscow
dozorx777@gmail.com

Светодиоды из AlGaInP имеют сложную структуру, включающую множественные квантовые ямы (МКЯ), ограничивающие слои (n:conf, p:conf) и DBR (distributed Bragg reflector – распределенный отражатель Брэгга). Для такой последовательности слоев возникает нежелательный эффект ограничения тока в связи с значительным сопротивлением гетероструктур.

Для оптимизации светодиодной конструкции важно использовать метод измерения с высоким пространственным разрешением, такой как KPFM (Kelvin force probe microscopy – силовая микроскопия с зондом Кельвина). В этой работе представлены результаты исследования различных светодиодных структур с помощью KPFM. Структуры отличаются толщиной активной области, составом квантовых ям из AlGaInP и концентрацией радиационных дефектов.

Светодиодные образцы были выращены методом металлоорганической эпитаксии на *n*-GaAs подложке. Детальная конструкция светодиодных структур представлена в работе [1]. Недавно мы показали, что в этих структурах наблюдается ограничение тока [2]. Чтобы определить причину повышения сопротивления в работе измерялось качественное распределение потенциала в «красных» и «желтых» светодиодах из AlGaInP при различных приложенных напряжениях смещения. В этой работе мы использовали атомно-силовой микроскоп NTEGRA Prima (NT-

МДТ). Измерения проводились на плоскости спайности скола светодиодных образцов.

На рис 1 показаны одно и двумерные изображения потенциала, сканируемые зондом Кельвина от подложки из GaAs (левая сторона) до *p*-GaP (правая сторона). Рисунок соответствует равновесным условиям. Из рисунка видно, что разрешение КФПМ достаточно высоко, и можно увидеть единичные слои DBR с толщиной около 50 нм. Границы между толстыми соседними слоями соответствуют резким перепадам потенциала.

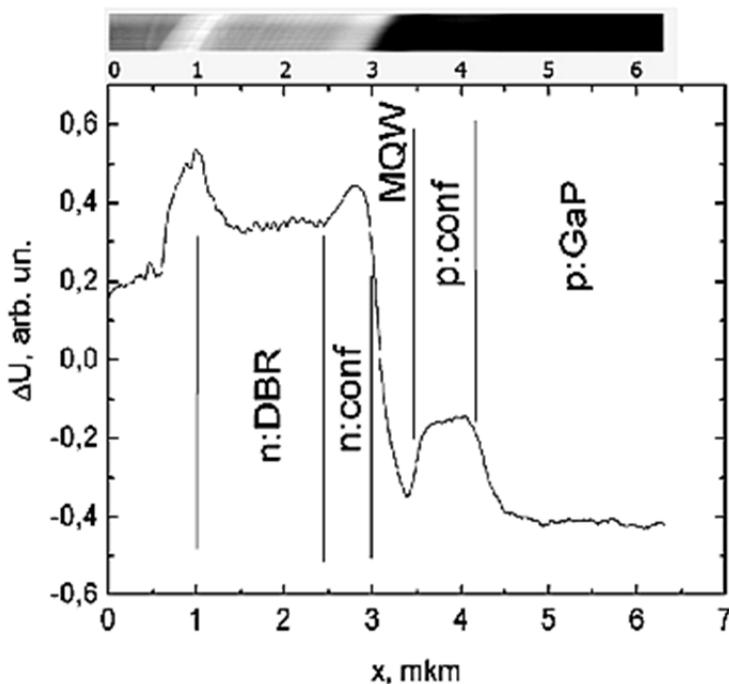


Рис. 1. Распределение потенциала в красном светодиоде из AlGaInP при условии равновесия

На рис. 2 показано качественное распределение электрического поля в светодиодах при различных приложенных напряжениях. Распределение получено путем дифференцирования экспериментальных данных КФПМ. Из экспериментальных результатов можно сделать вывод, что почти все напряжение, приложенное к области МКЯ ниже 1,5 В, падает на активной области. При более высоких напряжениях распределение электрического поля изменяется в ограничивающих слоях.

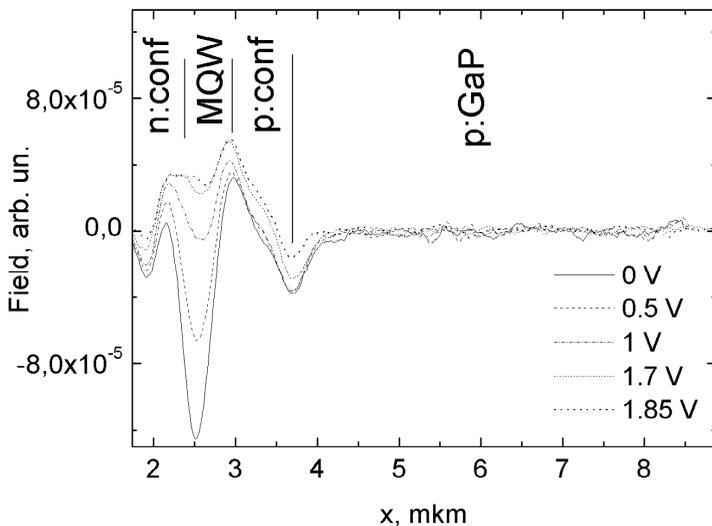


Рис. 2. Распределение электрического поля в красном светодиоде из AlGaInP при различных приложенных напряжениях

Возможно, именно это является причиной ограничения тока наблюдаемое в светодиодных структурах из AlGaInP [2]. Изучение различных светодиодов, показало, что для всех экспериментальных образцов наиболее значимым является последовательное сопротивление определяемое гетеропереходом p:conf/p:GaP, что согласуется с предыдущими результатами [3].

Литература

1. *Marmalyuk A.A., Gorlachuk P.V., Ryaboshtan Yu.L. et al.* Electroluminescence Spectra of “Red” LED AlGaInP/GaAs Structures // Russian Physics Journal. 2013 Vol. 56, № 8. P. 894–897.
2. *Prudaev I.A., Skakunov M.S., Lelekov M.A. et al.* Recombination Currents in Light-Emitting Diodes based on $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}/(\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ Multiple Quantum Wells // Russian Physics Journal. 2013 Vol. 56, № 8. P. 898–901.
3. *Katzer Kl-D, Mertin W, Bacher G, Jager A, Streubel K* Voltage drop in an $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ light-emitting diode probed by Kelvin probe force microscopy // Appl. Phys. Lett. 2006 Vol. 89, № 103522.